

PAT-NO: JP408186094A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08186094 A
TITLE: PLASMA TREATMENT DEVICE
PUBN-DATE: July 16, 1996

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
HANADA, KATSUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SUMITOMO METAL IND LTD N/A

APPL-NO: JP06326840
APPL-DATE: December 28, 1994

INT-CL (IPC): H01L021/3065, C23F004/00 , H05H001/46

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve uniformity of plasma treatment inside the water surface by making a lower part electrode to be composed of an electrode main and an insulator covering a sample mounting surface thereof and by making a thickness of the insulator to be gradually thinner from the center toward the periphery of the sample mounting surface.

CONSTITUTION: A plasma device is provided with a treatment container 19, an upper electrode 12 provided inside this treatment container 19 and a lower part electrode 21 concurrently a sample stand as well as a means 29 impressing a

high frequency between the upper and lower part electrodes 12, 21. Further, the lower electrode 21 consists of the electrode main 21b and an insulator 21a covering the sample mounting surface and a thickness of the insulator 21a is made to be gradually thinner from the center of the sample mounting surface toward the periphery. Thereby, the insulator impedance per unit area decreases in proportion to a thickness so as to reduce a distance between the electrode main and a wafer. As a result thereof, impression of a high frequency wave, plasma density and plasma treatment speed in the wafer peripheral part are increased so as to improve plasma treatment uniformity inside the wafer surface.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-186094

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|-----------------|------------|
| H 0 1 L 21/3065 | | | | |
| C 2 3 F 4/00 | A | | | |
| H 0 5 H 1/46 | M | 9216-2G | | |
| | | | H 0 1 L 21/ 302 | C |
| | | | 審査請求 未請求 請求項の数1 | OL (全 6 頁) |

(21) 出願番号 特願平6-326840

(22) 出願日 平成6年(1994)12月28日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 花田 克司

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

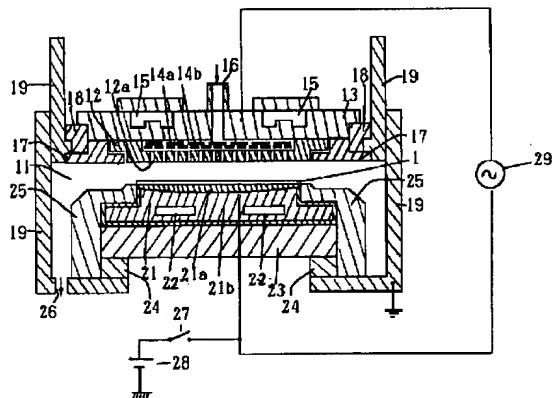
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【構成】処理容器19と、この処理容器19内に設けられた上部電極12および試料台を兼ねた下部電極21と、これら上部電極12と下部電極21との間に高周波を印加する手段29とを備え、前記下部電極21が電極本体21bとその試料載置面を被覆する絶縁体21aとからなり、前記絶縁体21aの厚みが試料載置面の中心から周辺に向かって薄くなっていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【効果】ウエハ面内のプラズマ処理の均一性を安定して高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】処理容器と、この処理容器内に設けられた上部電極および試料台を兼ねた下部電極と、これら上部電極と下部電極との間に高周波を印加する手段とを備えたプラズマ処理装置において、前記下部電極が電極本体とその試料載置面を被覆する絶縁体とからなり、前記絶縁体の厚みが試料載置面の中心から周辺に向かうに従って薄くなっていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体の製造に用いられるプラズマ処理装置、例えば、シリコン酸化膜、ポリシリコン、アルミニウム合金等のエッチングに用いられるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体の製造に用いられるプラズマ処理装置においては、半導体の歩留まり向上のため、そのウエハ面内のプラズマ処理の均一性を向上させることが、常に重要な課題となっている。

【0003】図4は上部電極と下部電極とを有する平行平板型の従来のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。処理室11の上方には、金属製のシールプレート13に固定された上部電極12がシールド部材17及び18で絶縁、支持されている。上部電極12の上部には冷媒循環路15が形成され、上部電極12を冷却するようになっている。

【0004】処理室11の下方には、上部電極12に対向して所定の距離を保って、ウエハを載置する試料台を兼ねた下部電極21がベースプレート23上に配設されている。下部電極21の内部には恒温流体循環路22が形成されており、ウエハの温度制御を可能としている。下部電極21はシールド部材25で周囲を覆われ、またシールド部材24で処理容器19と絶縁されている。

【0005】下部電極21と上部電極12との間には高周波電源29が接続され、両電極間に高周波を印加しプラズマが生成する構成になっている。高周波電源の周波数としては13.56MHz、2MHz、400kHz等が用いられる。

【0006】シールプレート13と上部電極12との間には拡散空間が形成されている。この拡散空間内に多数の孔が形成された2枚のバッフル板14a、14bが設けられている。プロセスガスは、ガス供給源(図示せず)からプロセスガス供給路16を介して供給され、拡散空間内の2枚のバッフル板14a、14bで拡散、均一化されて、上部電極12に形成された多数の孔12aから処理室11に供給される。こうして供給されたプロセスガスは、ウエハのプラズマ処理に用いられた後、排気ポンプ(図示せず)によって排気路26から排気される。

【0007】このように構成されたプラズマ処理装置を

用いてウエハ1にプラズマ処理を施す場合について説明する。搬送アーム(図示せず)によってウエハ1を下部電極21上に搬送する。上部電極部分全体を降下させ、電極間距離を設定する。既に所定の圧力まで排気した処理室11内にプロセスガス供給路16を介してプロセスガスを供給し、所定の圧力に設定する。そして、高周波電源29により下部電極21と上部電極12との間に高周波電力を印加しプラズマを生成させ、ウエハ1にプラズマ処理を施す。

10 【0008】しかし、この平行平板型の従来のプラズマ処理装置においては、ウエハ周辺部に比べウエハ中心部のプラズマ処理の処理速度が大きくなり、ウエハ面内のプラズマ処理の均一性が悪化しやすいという問題があった。

【0009】そこで、バッフル板14a、14bの孔の分布を中心より周辺の孔の数を増加させ、ウエハ周辺部へのプロセスガスの供給を増加させることにより、プラズマ処理のウエハ面内均一性を向上させることが提案されている。

【0010】また、ウエハが載置される電極と対向し高周波電力が供給される対向電極の電極面を所定の曲率により凹状、凸状または凹凸状に形成することにより、ウエハ上に作成される薄膜の膜厚分布を均一化させるプラズマCVD装置(実開昭62-37919号公報に記載)が提案されている。さらに、同様の構成とすることにより、エッチング速度の均一性を向上させるドライエッチング装置(特開平2-106925号公報に記載)も提案されている。

【0011】一方、図5に示す試料台を兼ねた下部電極を静電チャックとしたプラズマ処理装置が知られている。このプラズマ処理装置においては、下部電極21は試料載置面側が平坦な電極本体21bとその試料載置面を所定の厚みで被覆する絶縁膜21aとから形成される。電極本体21bはスイッチ27を介して直流電源28に接続されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のバッフル板14a、14bの孔の分布を中心より周辺の孔の数が多くなるようにして、ウエハ周辺部へのプロセスガスの供給を増加させる方法には、以下の問題がある。プラズマ処理における反応とガス流れの関係は非常に複雑であり、コンピュータによる数値計算においても必ずしも現実を定量的に説明できるところまでは至っていない。このため、この方法は孔の分布を変えたバッフル板を多数用意して、ウエハ面内の均一性が向上する条件を試行錯誤的に求めるものとなる。プラズマ処理の条件によってバッフル板の最適な孔の分布が異なるので、この方法は必ずしも安定した方法とはいえない。

【0013】また、上記のウエハが載置される電極と対向し高周波電力が供給される対向電極の電極面を所定の曲率により凹状、凸状または凹凸状に形成する方法に

は、以下の問題がある。ウエハが載置される電極ではなく対向電極の電極面の形状により制御するものであるで、効果が小さく、プラズマ処理の条件によっては、形状を大きく変化させる必要がある。

【0014】また、上記の試料台を兼ねた下部電極を静電チャックとしたプラズマ処理装置は、下部電極を電極本体と絶縁体とから構成するものである。しかし、試料の吸着のみを目的としたものであるので、絶縁体の厚みは一定であり、プラズマ処理の均一性の向上を図るものではなかった。

【0015】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、ウエハ面内のプラズマ処理の均一性を安定して高めるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るプラズマ処理装置は、例えば図1に示すように処理容器19と、この処理容器内に設けられた上部電極12および試料台を兼ねた下部電極21と、これら上部電極12と下部電極21との間に高周波を印加する手段29とを備えたプラズマ処理装置において、前記下部電極21が電極本体21bとその試料載置面を被覆する絶縁体21aとからなり、前記絶縁体21aの厚みが試料載置面の中心から周辺に向かうに従って薄くなっていることを要旨としている。

【0017】

【作用】プラズマ生成時、下部電極の電極本体上の絶縁体部分は両側を導体に挟まれたコンデンサと考えることができるので、この絶縁体の膜厚をdとすると、この絶縁体部分の単位面積当たりのインピーダンス X_c は次式で表される。

【0018】 $X_c = 1 / 2\pi f C = d / 2\pi f \epsilon_r \epsilon_0$
fは高周波の周波数、Cは単位面積当たりの静電容量、 ϵ_r は比誘電率、 ϵ_0 は真空の誘電率である。

【0019】上記した構成に依れば、絶縁体の厚みdが中心から周辺に向かうに従って薄くなっているため、中心から周辺に向かうに従って、単位面積当たりの絶縁体のインピーダンス X_c は厚みdに比例して減少するとともに電極本体とウエハとの距離が小さくなる。この結果、ウエハ周辺部への高周波の印加が強まり、ウエハ周辺部のプラズマ密度が増加し、ウエハ周辺部のプラズマ処理速度が増加し、ウエハ面内のプラズマ処理の均一性が向上する。

【0020】また、ウエハから離れている上部電極ではなくウエハが載置される下部電極の構造を変化させるので、ウエハのプラズマ処理の均一化の効果が大きい。

【0021】また、試料台を兼ねた下部電極を電極本体と絶縁体との2層構造とするので、下部電極の試料載置面の平坦度をウエハを試料台に密着して載置できる状態に保ったまま、絶縁体の厚みに併せて下部電極の電極本

体とウエハとの距離を自由に变化させることができる。この結果、プラズマ処理の均一化を達成する条件選択が容易になる。

【0022】

【実施例】以下、本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を図面に基づいて説明する。

【0023】図1は本発明に係るプラズマ処理装置の一実施例を示す模式的縦断面図である。処理室11はアルミニウム製の処理容器19で形成されている。

10 【0024】処理室11の上方には、アルミニウム製のシールプレート13に固定されたアルミニウム製の上部電極12がアルミナ製のシールド部材17及び18で絶縁、保持されている。上部電極12の上部には、冷媒循環路15が形成されており、上部電極12を冷却するようになっている。

【0025】処理室11の下方には、上部電極12に対向して所定の距離を保って試料台を兼ねた下部電極21がベースプレート23上に配設されている。下部電極21は静電チャックを兼ねており、アルミニウム製の電極本体21bとそれを被覆するアルミナ製の絶縁体21aとから形成されている。電極本体21bにはスイッチ27を介して直流電源28に接続されている。電極本体21bの内部には恒温流体循環路22が形成されており、下部電極21を介してウエハ1を所定温度に保持できる構成となっている。下部電極21は試料載置面以外の周囲をテフロン（登録商標）製のシールド部材25で覆われ、またアルミナ製のシールド部材24によって処理容器19と絶縁されている。

【0026】下部電極21と上部電極12との間には高周波電源29が接続され、両電極間に高周波を印加できる構成になっている。本実施例の装置においては高周波電源29の周波数は13.56MHzのものとした。

【0027】シールプレート13と上部電極12の間には拡散空間が形成され、この拡散空間内に多数の孔が形成された2枚のバッフル板14a、14bが設けられている。プロセスガスは、ガス供給源（図示せず）からプロセスガス供給路16を介し供給され、拡散空間内の2枚のバッフル板14a、14bで拡散、均一化され、上部電極12に形成された多数の孔12aから処理室11に供給される。このようにして供給されたプロセスガスは、排気ポンプ（図示せず）によって排気路26から排気される。

【0028】このように構成されたプラズマ処理装置を用いてウエハにプラズマ処理を施す場合について説明する。搬送アーム（図示せず）によってウエハ1を下部電極21上に搬送し、リフトピン（図示せず）を用いて、下部電極21上に載置する。

【0029】上部電極部分全体を降下させ、電極間距離を設定する。既に所定の圧力まで排気された処理室11内にプロセスガス供給路16を介してAr等の不活性ガ

5

スを供給し、所定の圧力に設定する。そして、高周波電源29により下部電極21と上部電極12との間に高周波電力を印加しプラズマを発生させ、スイッチ27をオンにして電極本体21bに直流電圧を印加する。すると、プラズマを介してウエハ1が接地され、ウエハ1に電荷が供給されて、ウエハ1が下部電極21上に吸着される。

【0030】そして、高周波電力の印加を止め、Ar等の不活性ガスに代えてプロセスガスをプロセスガス供給路16を介して導入する。プロセスガスは拡散空間内に設けられた2枚のバッフル板14a、14bで均一に拡散されて、上部電極12の孔12aより均一に供給される。そして、高周波電源29により下部電極21と上部電極12との間に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、ウエハ1にプラズマ処理を施す。

【0031】ウエハ1の脱離は、以下のように行われる。高周波電力の印加を止め、スイッチ27をオフにして電極本体21bへの直流電圧の印加を止める。プロセスガスに代えてAr等の不活性ガスを供給し、所定の圧力に設定する。高周波電源29により下部電極21と上部電極12との間に高周波電力を印加しプラズマを発生させる。すると、プラズマを介してウエハ1が接地され、ウエハ1から電荷が除電されて、ウエハ1の下部電極21への吸着力が消失する。そして、リフトピン(図示せず)を用いてウエハ1を押し上げ、搬送アーム(図*

$$Runi = 100 \times (R_{max} - R_{min}) / (R_{max} + R_{min}) \quad (\%)$$

【0035】

【表1】

表1

| | |
|----------------|---|
| プロセスガス (流量) | CF ₄ (20sccm) CHF ₃ (30sccm) Ar (400sccm) |
| 圧力 | 250mTorr |
| 電極間距離 | 10mm |
| 高周波電力 | 800W |
| 下部電極温度 | 20℃ |

6

*示せず)によってウエハ1を搬出する。

【0032】本実施例においては、下部電極21の電極本体21bを、アルミニウムを用いて試料載置面側の形状が凹状となるように形成した。そして、電極本体21bの凹状部を埋めるようにして、アルミナを溶射した後、研削処理によって試料載置面を平坦化して絶縁体21aを形成した。

【0033】このプラズマ処理装置において、電極本体21bと絶縁体21aの断面形状を変化させた下部電極21を用いて、6インチのシリコンウエハ上のシリコン熱酸化膜のエッチング速度の均一性を測定した。電極本体21bと絶縁体21aの断面形状は、図2に示す絶縁体の試料載置面中心の厚みa(μm)と、絶縁体の試料載置面周辺部(中心から半径50mmの位置)の厚みb(μm)とにより変化させた。エッチング条件を表1に、その測定結果を表2に示す。例1、例2が本発明例である。そして、例3は絶縁体の厚みが一定のものであり、図5に示した従来の静電チャックを用いた従来例にあたる。平均エッチング速度は、ウエハ面内のエッチング速度の単純平均により求めた。エッチング速度の均一性Runiは、ウエハ面内のエッチング速度の最大値Rmax、最小値Rminを求め、次式により計算したものである。

【0034】

※【0036】

【表2】

30

40

※

表2

| | a (μm) | b (μm) | 平均エッチング速度 (nm/min) | エッチング速度均一性 (%) |
|-----------|------------------------|------------------------|---|-------------------|
| 例1 (本発明例) | 600 | 200 | 462 | 5.3 |
| 例2 (本発明例) | 300 | 200 | 451 | 6.0 |
| 例3 (従来例) | 300 | 300 | 448 | 6.7 |

【0037】表2の測定結果よりわかるように、絶縁体の厚みを中心から周辺に向かうに従って薄くすることにより、エッチング速度の均一性を向上できた。厚みの変化が $100\mu\text{m}$ 程度でも十分に効果があることが確認できた。

【0038】なお、凹形状はなめらかな曲線が望ましいが、階段状でも良く、この形状はエッチング速度の分布を見ながら決めれば良い。

【0039】なお、本実施例においては、電極本体21bの試料載置面側を凹とすることにより、下部電極の中心部と周辺部の絶縁体の厚みを変化させた。これに対して、図3に示すように電極本体21bの試料載置面側は従来通り平坦とし、絶縁体21aの厚みを中心部が厚くなるように形成しても良い。ただし、この場合試料載置面は凸形状になり、余りに凸過ぎるとウエハが吸着しないあるいはウエハ上に形成された薄膜が剥離する等の問題が生じる。したがって、この場合には中心と周辺での厚みの差を $700\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0040】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明に係るプラズマ処理装置は、ウエハ面内のプラズマ処理の均一性を安定して高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図2】本発明の実施例のプラズマ処理装置の下部電極*

*部分を示す模式的縦断面図である。

【図3】本発明の別の実施例のプラズマ処理装置の下部電極部分を示す模式的縦断面図である。

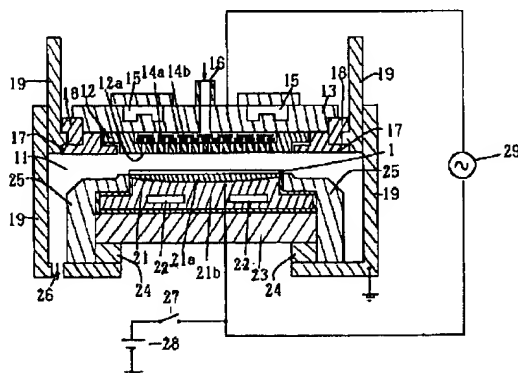
【図4】従来のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図5】従来のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

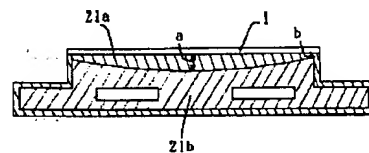
【符号の説明】

- 1 ウエハ
- 11 処理室
- 12 上部電極
- 12a 孔
- 13 シールプレート
- 14a バッフル板
- 14b バッフル板
- 16 プロセスガス供給路
- 19 処理容器
- 21 下部電極
- 21a 絶縁体
- 21b 電極本体
- 22 恒温流体循環路
- 23 ベースプレート
- 26 排気路
- 27 スイッチ
- 28 直流電源
- 29 高周波電源

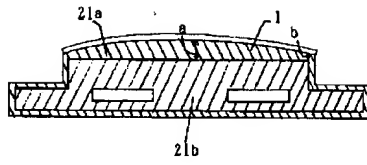
【図1】



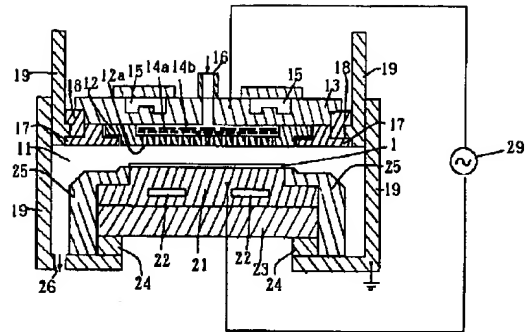
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

